

Создание компьютерной модели расчета системы охлаждения мощного светодиода

Карьгин И.П. к.т.н. доц., Кошин И.Н. к.т.н., доц.

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»
430005, Россия, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68
тел.(88342)474623, e-mail: koshinin@rambler.ru, karyginip@mail.ru

Статья посвящена рассмотрению вопросов отвода тепла от кристалла твердотельного источника света. Предложена программа позволяющая автоматизировать расчет величины теплоотвода, и на основании расчета предлагается выбор формы и размеров элемента охлаждения.

При разработке светотехнических устройств с использованием мощных светодиодных ламп одним из важнейших требований является обеспечение адекватного отвода тепла от кристалла светодиода. Высокая рабочая температура р-п-перехода со временем приводит к деградации световых характеристик светодиодной лампы: снижается светоотдача кристалла, изменяются характеристики люминофора, у приборов ряда производителей дополнительно падает показатель светопропускания оптической системы. В результате уменьшается долговечность светодиодной лампы - один из основных показателей, выгодно отличающий её от традиционных источников света.

Основным параметром при тепловых расчётах светотехнического устройства является так называемая температура р-п-перехода. Одной из возможных мер по обеспечению нормального теплового режима может стать применение радиатора, который увеличивает теплоотдающую поверхность прибора. С расчетом радиаторов в частности приходится сталкиваться при конструировании мощных усилителей различных сигналов. Для систем воздушного охлаждения широко используют ребристые и игольчато-штыревые и пластинчатые радиаторы. В результате расчета будет выбран тип радиатора и его параметры. Расчет поэтапный и требует знание некоторых характеристик радиаторов.

Для расчета радиатора мощного светодиода воспользуемся тепловой моделью представленной в [1]. Для расчета принималось во внимание тепловое сопротивление между р-п-переходом и теплоотводящим основанием корпуса, в качестве которого выступает теплоотводящий радиатор.

Исходными данными для расчётов являются максимальные температуры р-п-перехода $T_{j_{max}}$ и окружающей среды $T_{a_{max}}$. Если тепловая система находится в замкнутом объёме, то в качестве $T_{a_{max}}$ необходимо брать температуру внутри этого объёма. Для её определения можно воспользоваться методиками, которые приводятся во многих справочниках конструкторов РЭА. В качестве $T_{j_{max}}$ рекомендуется взять максимальную температуру р-п-перехода из технической документации на светодиодную лампу, умноженную на коэффициент запаса K_T . Это позволит в реальных условиях снизить вероятность перегрева кристалла и обеспечить требуемый ресурс работы светодиодной лампы. При расчете обычно исходят из температуры окружающей среды 20°C и допустимом перегреве на 80°C, т.е. нагреве тепловыделяющего элемента до 100°C.

Тогда в тепловой модели последовательно с тепловым сопротивлением между р–п-переходом и теплоотводящим основанием корпуса $R\theta_{i-p}$ включаются тепловые сопротивления между светодиодом и теплоотводом $R\theta_{p-h}$ и теплоотводом и окружающей средой $R\theta_{h-a}$. В результате чего результирующее тепловое сопротивление имеет вид:

$$R\theta_{h-a} = R\theta_{(j-p)} + R\theta_{p-h} + R\theta_{h-a} \quad (1)$$

Основным отличием радиатора для светодиода является то, что радиатор выступает в роли декоративного элемента конструкции. Следовательно, при разработке такого радиатора следует учитывать одновременно и эстетическую составляющую и площадь рассеиваемой поверхности. Однако не следует забывать и о месте расположения радиатора в светильнике. Он должен находиться вне светильника или хотя бы выступать из него. Затем ведется расчет получившегося теплового сопротивления. После учета выше перечисленных условий необходимо провести корректировку размеров элементов и повторить расчет.

Для корректного теплового расчета мощных светодиодов, на основе приведенной выше тепловой модели, было спроектировано программное обеспечение, позволяющее спроектировать тепловой режим и произвести расчет радиатора для выбранной модели мощного светодиода. На рисунке 1 показан интерфейс программы.

Расчёт радиатора светодиода

Введите данные

100 предельная температура 50 температура окружающей среды

10 мощность рассеиваемая элементом 2 тепловое сопротивление между корпусом и рабочей областью

2 площадь контакта элем. с радиатором 2 тепловое сопротивление контакта между элементом и радиатором

2 эмпирическая площадь основания 0.983 коэффициент $0 < k < 1$

Выберите профиль и материал радиатора

☐ ребристый ☐ игольчато-штыревой ☐ пластинчатый

☐ Алюминий ☐ дюралюминий ☐ латунь ☐ медь

Введите параметры радиатора (м)

h Ш d d1

Задайте толщину основания радиатора

Результаты расчёта

Удельная мощность рассеивания

Перегрев в первом приближении

Коэффициент эффективной теплоотдачи

Площадь основания

Расчёт

Рис. 1 - Интерфейс программы расчета радиатора мощного светодиода.

В данном программном продукте учитываются значения входящие в тепловую модель представленную выше. При этом учитываются как тип радиатора, его геометрические параметры, так и материал из которого он должен быть изготовлен. В результате расчета мы получаем следующие выходные данные:

Удельная мощность рассеивания, коэффициент эффективной теплоотдачи и т.д. Данная программа предназначена для разработчиков в светотехнической промышленности – светодиодных ламп.

1. Полищук А. Обеспечение теплового режима мощных светодиодных ламп при разработке светотехнических устройств/ А. Полищук // Современная электроника. – 2006. – № 3.– С. 42-45.